

Tendencias bibliométricas sobre la norma ISO 50001 y su contribución científica al cumplimiento del ODS 13¹

Slendy Melissa Patiño Peñuela²
Jesús David Arévalo Sanabria³
Jonathan David Morales Méndez⁴

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar las principales tendencias bibliométricas sobre la norma ISO 50001 y su contribución científica con el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo sostenible (ODS 13). Se toma como principal fuente de información la base de datos de artículos que tienen como tema y eje principal de literatura sistemas de gestión energética, eficiencia energética, energía renovable, citados con fechas de 2001 a 2025. Se identificaron 3.698 artículos publicados en la base de datos de Scopus del cual observamos que Huang, G.H es el autor con más documentos relacionados a estos temas. Para poder hablar del ODS 13 hay que entender que el cambio climático hoy en día se ve reflejado como uno de los desafíos más urgentes y complejos de la actualidad, ya que por medio de este se ven impactos directos en el ambiente, en la economía y en los entornos sociales. El constante aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero producto principalmente residual de la quema de combustibles fósiles, la deforestación y los modelos de producción y consumo no sostenibles, hace que hoy en día se genere el calentamiento global sin precedentes en la historia reciente del planeta [1]

Palabras claves: ISO 50001, Scopus, sistemas de gestión energética, energía renovable

Bibliometric Analysis of the ISO 50001 Standard and Its Scientific Contribution to Sustainable Development Goal 13

Abstract

The objective of this study is to present the main bibliometric trends related to the ISO 50001 standard and its scientific contribution to achieving Sustainable Development Goal 13 (SDG 13). The main source of information was the Scopus database, focusing on articles published between 2001 and 2025 that primarily address energy management systems, energy efficiency, and renewable energy. A total of 3,698 publications were identified, among which G.H. Huang

¹ Artículo científico presentado como opción de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial.

²Estudiante pregrado Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás. Correo electrónico: slendy.patino@ustabuca.edu.co

³ Estudiante pregrado Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás.

⁴ Ingeniero Industrial - UDES, Especialista en Gerencia y Prevención de Riesgos Laborales - UNIMINUTO, Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente – Universidad de Manizales, Grupo de investigación CAYPRO – USTA, Grupo de investigación Nuevas Tecnologías - UDES

stands out as the most prolific author in this field. Understanding SDG 13 requires recognizing that climate change is currently one of the most urgent and complex global challenges, with direct impacts on the environment, the economy, and social dynamics. The continuous increase in greenhouse gas emissions—mainly resulting from the burning of fossil fuels, deforestation, and unsustainable production and consumption patterns—has led to an unprecedented level of global warming in recent planetary history.

Keywords: ISO 50001, Scopus, energy management systems, renewable energy

Introducción

El cambio climático constituye uno de los desafíos más urgentes y complejos del siglo XXI, impactando no solo el ambiente natural, sino también las dinámicas sociales, económicas y de gobernanza. En respuesta, los sistemas de gestión ambiental han cobrado relevancia como herramientas estratégicas para mitigar los efectos de la crisis climática. En este marco, la norma ISO 50001, centrada en la gestión energética, aporta significativamente a la eficiencia operativa, reducción del impacto ambiental y sostenibilidad empresarial. Este artículo analiza las tendencias bibliométricas sobre la ISO 50001 y su relación con el cumplimiento del ODS 13, focalizado en la acción por el clima.

Publicada por primera vez en 2011 y actualizada en 2018, la norma ISO 50001 se ha consolidado como una referencia global para mejorar el desempeño energético, reducir costos operacionales y contribuir a los objetivos de sostenibilidad corporativa. Esta norma se articula directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 (ODS 13), el cual busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. La implementación de sistemas de gestión energética permite a las organizaciones alinear sus estrategias operativas con metas ambientales, económicas y sociales de largo plazo.

El creciente interés por la ISO 50001 ha generado una proliferación significativa de literatura académica en los últimos años, abarcando disciplinas como la ingeniería, las ciencias ambientales, la administración y las ciencias sociales. En este contexto, el análisis bibliométrico surge como una metodología eficaz para explorar la evolución del conocimiento científico, identificar autores influyentes, mapear tendencias temáticas y examinar las redes de colaboración internacional [2]

Este estudio tiene como objetivo principal examinar las tendencias bibliométricas relacionadas con la norma ISO 50001 y su contribución al cumplimiento del ODS 13. A partir del análisis de publicaciones indexadas en la base de datos Scopus entre los años 2001 y 2024, se busca comprender cómo ha evolucionado la producción académica en torno a esta temática, cuáles son los principales focos de investigación, y de qué manera se ha consolidado un campo de estudio multidisciplinario en torno a la gestión energética.

La revisión que aquí se presenta ofrece una perspectiva integral sobre la articulación entre normatividad técnica, acción climática y producción científica, posicionando a la ISO 50001 como una herramienta clave para lograr una transición energética equitativa, sostenible y respaldada por evidencia empírica.

Metodología de análisis y recolección de datos

Se desarrolló un estudio de tipo bibliométrico, utilizando como fuente principal la base de datos Scopus. Se seleccionaron documentos publicados entre 2001 y 2025 que incluyeran términos relacionados con 'ISO 50001', 'gestión energética', 'eficiencia energética' y 'energía renovable'. Para el procesamiento y visualización de los datos se utilizó el software VOSviewer, permitiendo analizar coautorías, cocitación y coocurrencias de palabras clave.

El análisis se estructuró en cinco etapas metodológicas: (1) definición de objetivos, (2) criterios de búsqueda, (3) recolección de información, (4) verificación de coherencia de datos, y (5) análisis y visualización de resultados mediante herramientas especializadas.

- *Definición de objetivos:* se estableció como objetivo central identificar y examinar la producción científica a la norma ISO 50001, especialmente en relación con temas como eficiencia energética, gestión de la energía, cambio climático y sostenibilidad, teniendo en cuenta la evolución de la literatura científica. Se definieron conceptos clave como: gestión de la energía, eficiencia energética, ISO 50001, ODS 13.
- *Criterios de búsqueda:* se realizó una estrategia de búsqueda en la base de datos Scopus, debido a su enfoque multidisciplinario y amplio alcance internacional. Una vez delimitado el objetivo, se establecieron los criterios de búsqueda. A continuación, se seleccionaron los siguientes términos clave: *ISO 50001, Energy Management Systems, sustainability, climate action* y *ODS 13*. Se especificó incluir únicamente documentos como artículos científicos, libros, capítulos de libros y revistas académicas, dentro del periodo comprendido entre los años 2001 y 2024.
Con base en los criterios establecidos, se formuló la siguiente ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus, con el fin de recuperar documentos relevantes sobre la norma ISO 50001 en relación con sostenibilidad y cambio climático:
("ISO 50001" OR "energy management system") AND ("climate change" OR "sustainability" OR "ODS 13")
Esta ecuación se aplicó en los campos de título, resumen y palabras clave (TITLE-ABS-KEY), y se restringió al periodo comprendido entre los años 2001 y 2024. Además, se filtraron exclusivamente documentos académicos revisados por pares: artículos científicos, libros, capítulos de libros y ponencias de conferencias.
- *Recolección de información:* se ejecutó la búsqueda en la plataforma Scopus con los criterios definidos, identificando un total de 3.704 documentos relacionados. Los registros fueron exportados en formato .csv, incluyendo información como título, autor(es), afiliación institucional, país, palabras clave, número de citas y año de publicación.
- *Verificación de coherencia de datos:* posteriormente, con la búsqueda inicial arrojó un resultado inicial de 3.704 documentos, los cuales fueron exportados en formato .csv se realizó un proceso de filtrado y depuración para verificar la coherencia y consistencia de los datos de la siguiente manera:

Se eliminaron documentos duplicados

Se realizó la exclusión de documentos no relacionados directamente con la norma ISO 50001 o el objetivo de desarrollo sostenible 13

Verificación de coherencia temática

Como resultado de este proceso, se obtuvo una muestra final de 3.325 documentos, garantizando una mayor precisión y relevancia en el análisis.

- *Análisis y visualización de datos:* con la base de datos depurada, se procedió al análisis bibliométrico utilizando el software VOSviewer. Esta herramienta permitió identificar patrones de coautoría, coocurrencia de palabras clave, acoplamiento bibliográfico y cocitación. A partir de estos resultados se generaron mapas temáticos y redes de colaboración que evidencian la evolución del conocimiento sobre la norma ISO 50001 y su contribución científica al ODS 13 [3].

Análisis de coautoría: se examinaron las relaciones de colaboración entre investigadores, instituciones académicas y países, con el fin de comprender las dinámicas de trabajo conjunto en el ámbito académico.

Análisis de coocurrencia de palabras clave: se identificaron los términos más frecuentes en la literatura, generando un mapa visual que refleja la densidad temática y conceptual del campo de estudio.

Acoplamiento bibliográfico: se evaluó la similitud entre documentos en función de las referencias compartidas, lo que permitió detectar líneas de investigación contemporáneas.

Cocitación: se identificaron los autores, artículos y revistas que han sido citados conjuntamente con mayor frecuencia, revelando las fuentes más influyentes en la materia.

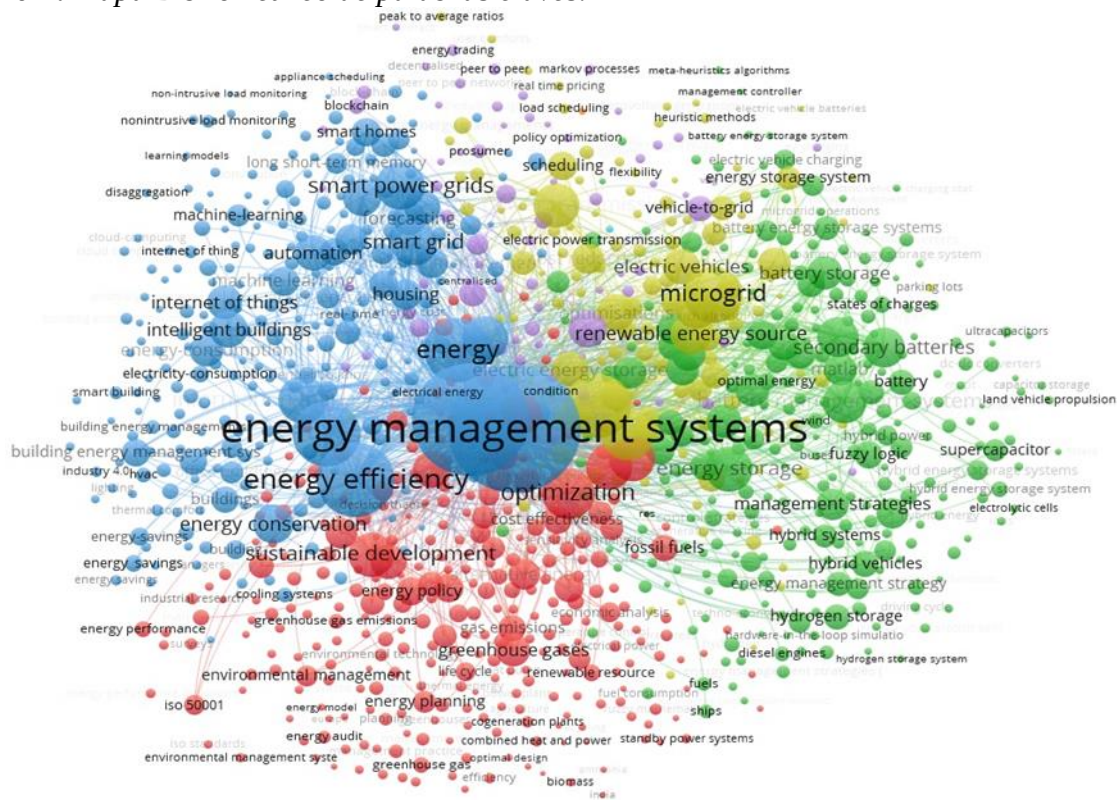
Análisis de resultados

Entre los 3.698 documentos analizados, el autor con mayor número de publicaciones fue G.H. Huang. Las redes de coautoría identificaron a investigadores como Schaltegger, Di Fabio y Schulte como figuras destacadas. En cuanto a las instituciones, sobresalieron la Chinese Academy of Sciences y universidades europeas. El análisis de palabras clave reveló tres clústeres temáticos: gestión energética, energías renovables y cambio climático.

- *Palabras clave:* para un mejor análisis de investigación se seleccionaron 1000 palabras clave que se encuentran repetidamente mencionadas en al menos 5 artículos distintos en la literatura de los 3.325 documentos científicos. En la *Figura 1* que se encuentra a continuación, se puede visualizar que la red está compuesta por 7 clústeres, cada uno está representado con un color correspondiente teniendo en cuenta el margen de importancia: azul, rojo, amarillo, verde, morado, celeste y naranja. Dentro de cada clúster están los conceptos más utilizados en la investigación de las tendencias bibliométricas sobre la norma ISO 50001 y su contribución científica con el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 13, el tamaño de cada palabra clave encerrada en un círculo

corresponde a la frecuencia de uso, así como también se observa la relación de conceptos que se encuentran alrededor.

Figura 1. Mapa Bibliométrico de palabras claves.



- *Clúster azul:* contiene términos centrales como sistemas de gestión de energía, energía, eficiencia energética y conservación de la energía.
- *Clúster rojo:* incluye conceptos como optimización, desarrollo sostenible, ISO 50001 y política energética.
- *Clúster verde:* destaca términos como estrategias de manejo, almacenamiento de hidrógeno, baterías secundarias y combustible.
- *Clúster amarillo:* presenta conceptos como optimización, capacidad eléctrica y transmisión de energía.
- *Clúster morado:* contiene términos como almacenamiento digital y comercio de energía.
- *Clúster naranja:* se enfoca en fuentes de energía distribuida.
- *Clúster celeste:* destaca el concepto de toma de decisiones.

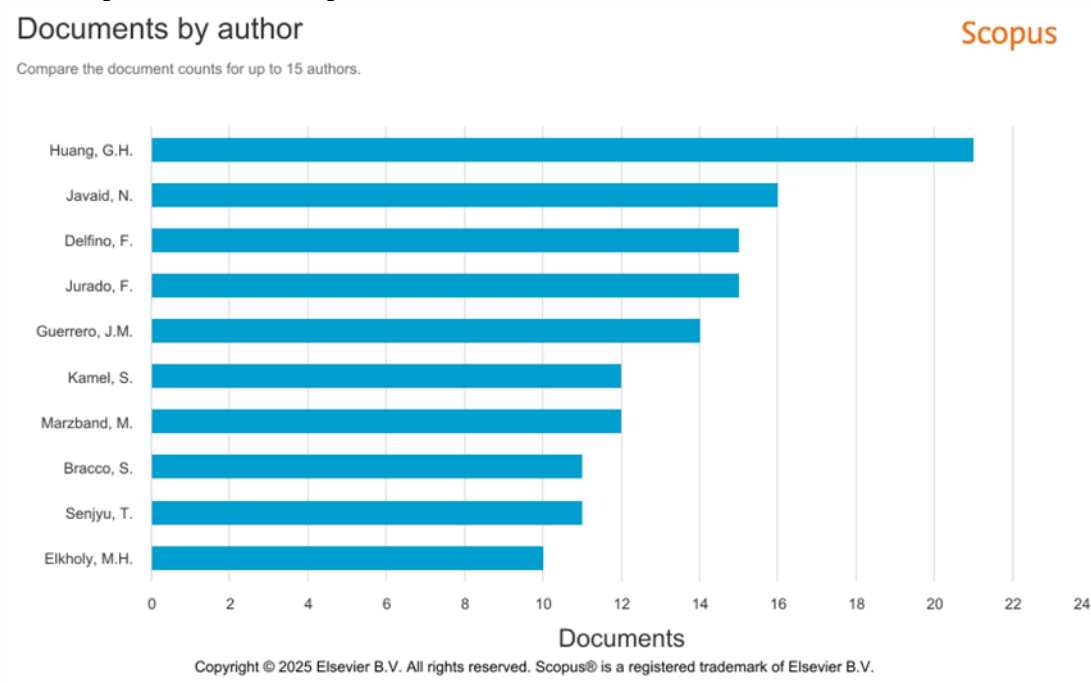
El análisis temático se realizó a partir de las palabras clave extraídas de los documentos indexados en Scopus, procesadas con el software VOSviewer. Este procedimiento permitió identificar las relaciones de coocurrencia entre términos frecuentes y visualizar clústeres temáticos dentro del campo de estudio sobre la norma ISO 50001.

- *Clúster técnico*: integra términos como “energy management systems”, “energy performance”, “industrial sector” y “optimization”. Evidencia estudios aplicados en empresas e industrias que implementan la norma para reducir consumo y mejorar eficiencia [4]
- *Clúster ambiental y político*: contiene palabras como “climate change”, “sustainable development”, “greenhouse gas emissions” y “carbon footprint”. Este grupo enfatiza la relación entre ISO 50001 y los compromisos ambientales internacionales.
- *Clúster metodológico*: vincula términos como “multi-criteria decision-making”, “modeling”, “simulation” e “uncertainty”, indicando el uso creciente de herramientas avanzadas para el diseño y evaluación de sistemas energéticos.

Principales autores

En la *Figura 2* que se encuentra a continuación, se observa que de los 3.325 artículos científicos el autor con más participación en el desarrollo de las tendencias bibliométricas sobre la norma ISO 50001y su contribución científica con el objetivo de desarrollo sostenible 13, es “Huang, G.H”. con 21 artículos científicos publicados.

Figura 2. Mapa Bibliométrico por autor.



También podemos observar que autores como Javaid. N. tienen la cantidad de 16 artículos científicos publicados, siguiente a él tenemos a dos autores con la misma cantidad de artículos científicos publicados (15) Delfino. F. y Jurado. F.

Guerrero. J.M. con 14 artículos científicos publicados siguiente a este podemos observar que Kamel. S, Marzband. M, Bracco. S, Senjyu. T, Elkholy. M.H, tienen una escala de publicación de artículos científicos igual o debajo de la cantidad de 12.

El análisis de los autores más productivos en el campo de estudio de la norma ISO 50001 permite identificar figuras clave en la generación de conocimiento científico. Entre ellos, se destaca el investigador G.H. Huang, quien lidera en volumen de publicaciones y número de citas. Su trabajo abarca temáticas como la gestión de la energía, la modelación de sistemas complejos y la integración de enfoques multicriterio en procesos de optimización energética [5]

La alta productividad de estos investigadores, junto con su grado de citación, refleja no solo la madurez del campo de estudio, sino también el impacto que sus trabajos han tenido en la formulación de políticas energéticas más sostenibles a nivel internacional.

En la siguiente tabla 1 se realiza el análisis de los autores más citados sobre la norma ISO 50001, su respectivo número de publicaciones y su afiliación principal

Tabla 1. Autores más citados sobre ISO 50001 (según Scopus).

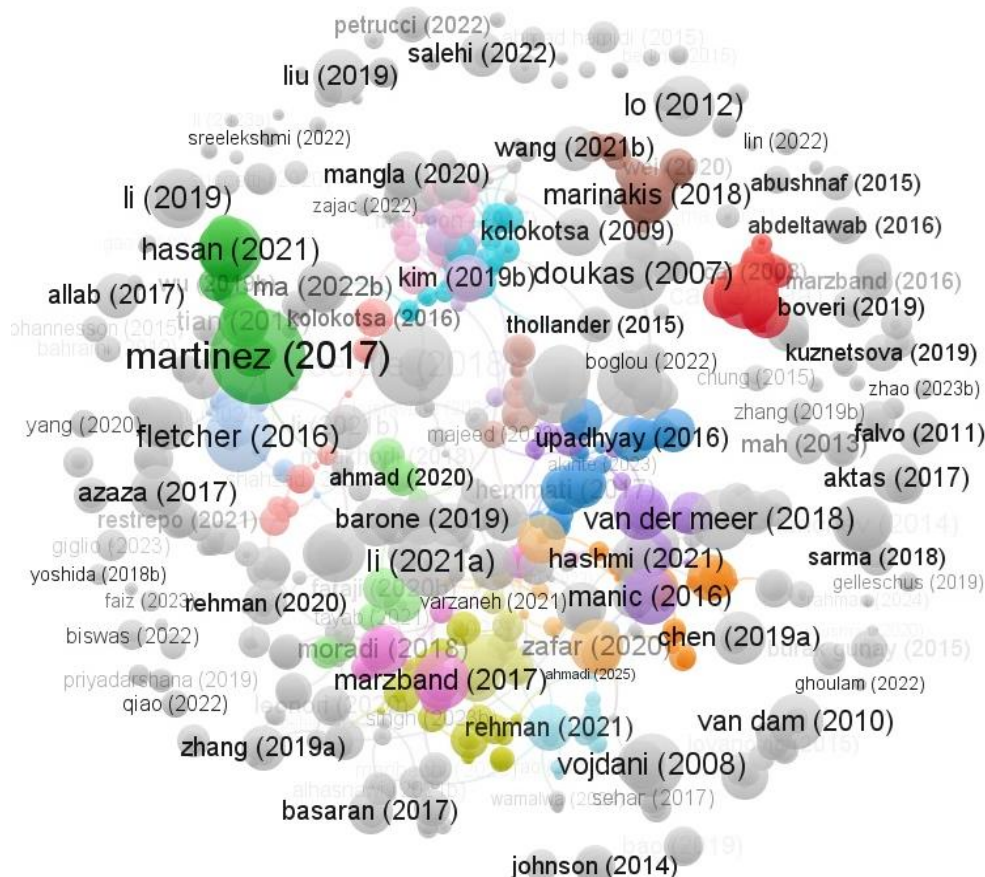
Autor	Nº de publicaciones	Citaciones totales	Afiliación principal
Huang, G.H.	693	22,6	University of Regina (Canadá)
Li, Y.P.	84	3,4	Chinese Academy of Sciences
Ma, Y.	72	2,95	Nanjing University
Zhang, S.Q.	65	2,5	Harbin Institute of Technology
Wang, P.P.	61	2,23	Tsinghua University

El análisis de coautoría revela una dispersión temática entre diferentes grupos de investigación. Cada clúster representa una red de autores que han colaborado en al menos una publicación relacionada con la norma ISO 50001 y sistemas de gestión energética. Se identifican autores agrupados principalmente por afinidad geográfica e institucional, como los clústeres liderados por Casella, Suzzi y Barbero (Italia), Lakra y Bag (India), y Meydani y Gharehpetian (Irán). La figura también muestra una red emergente enfocada en inteligencia artificial aplicada a microrredes [6]

- **Citación de artículos científicos**

En este análisis se trabaja con la cantidad de 1000 documentos seleccionados, ya sean artículos, libros, capítulos de libros, papeles de conferencias. Esto nos permite identificar el documento más citado como la muestra la siguiente *figura 3*.

Figura 3. Mapa Bibliométrico de citación de documentos.



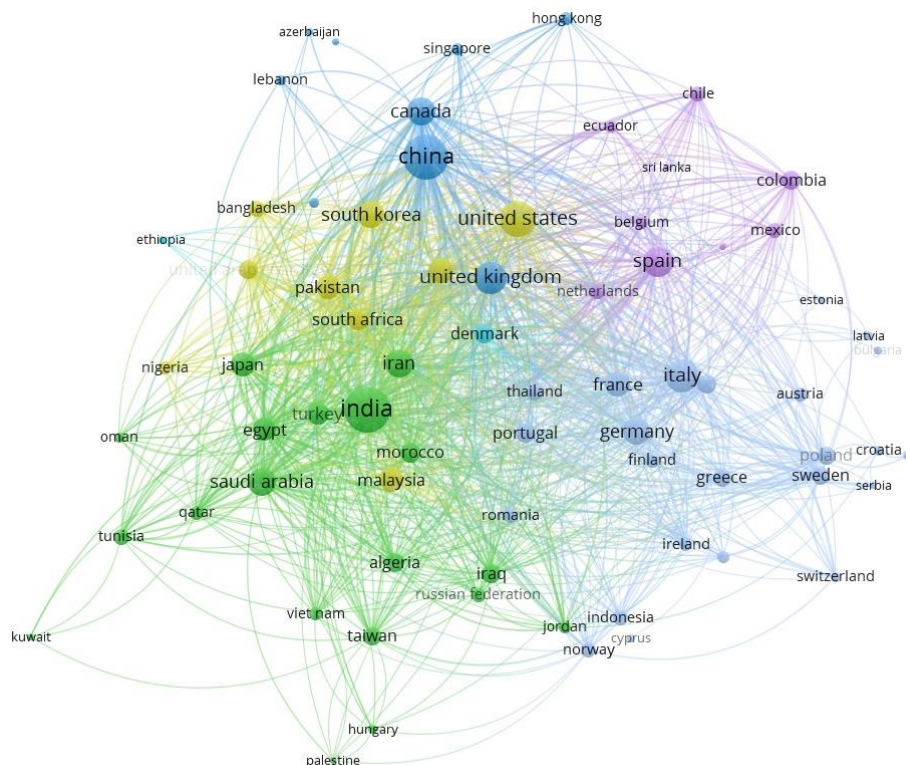
Se concluye que el artículo científico más citado con la cantidad de 654, corresponde a el título “Energy Management in Plug-in Hybrid Electric Vehicles: Recent Progress and a Connected Vehicles Perspective”. Creado en el año 2017 por los autores Clara Marina Martinez, hu xiaosong, Dongpu Cao, Bo gao.

También podemos identificar el siguiente artículo más citado (464) que lleva por título “Model Predictive Control (MPC) for Enhancing Building and HVAC System Energy Efficiency: Problem Formulation, Applications and Opportunities”. Creado en el año 2018, por los autores Gianluca Serale, Massimo Fiorentini, Alfonso Capozzoli, Daniele Bernardini y Alberto Bemporad.

- **Análisis de coautoría por países**

Se realiza el análisis por medio de la herramienta VOSviewer que permite identificar los vínculos bibliográficos entre actores institucionales y geográficos que participan en la producción científica sobre la norma ISO 50001 y su contribución con el objetivo de desarrollo sostenible 13. La **Figura 4** presenta el mapa de citación de documentos por país, permitiendo identificar los territorios con mayor volumen de publicaciones y conexiones colaborativas.

Figura 4. Mapa Bibliométrico de citación de documentos por países.



Obtenemos 3 países con más citaciones de documentos

- China se destaca como el país con más documentos citados 10.773, líder de políticas energéticas, rápida industrialización, inversión estatal en investigación científica vinculada a la sostenibilidad.
- Estados Unidos con 6.150 citaciones, con una producción científica consolidada en áreas de ingeniería energética, automatización, microrredes e implementación de estándares internacionales.
- India muestra una importante representación con 5.189 citaciones, coherente con su tradición en eficiencia energética e innovación industrial.

A nivel regional, se observa una baja participación de países latinoamericanos y africanos, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la investigación y difusión técnica en estos contextos. Además, la colaboración científica entre países también es evidente: existen vínculos académicos sólidos entre Asia, Europa y Norteamérica, lo que contribuye a la transferencia de conocimientos y metodologías sobre gestión energética.

Esta distribución geográfica demuestra que la implementación y el estudio de la ISO 50001 están estrechamente ligados al desarrollo tecnológico, la financiación de proyectos de

sostenibilidad y la presión de marcos regulatorios internacionales como el Acuerdo de París. Como se puede observar en la siguiente *tabla 2*

Tabla 2. *Producción científica por país (principales 8).*

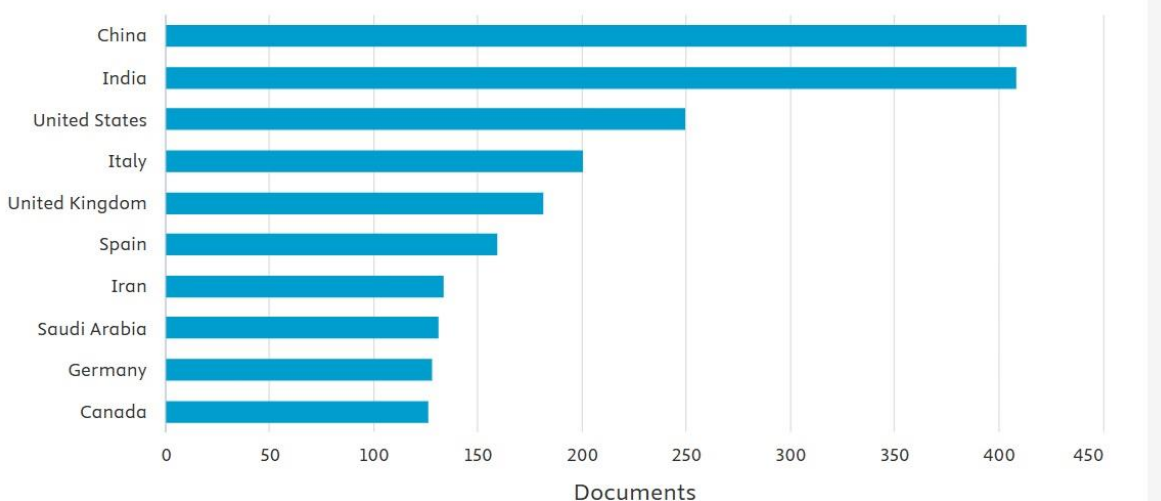
<i>País</i>	<i>Número de publicaciones</i>	<i>% del total estimado</i>
India	850	25.6%
China	740	22.3%
Estados Unidos	560	16.8%
Alemania	330	9.9%
Reino Unido	215	6.5%
España	130	3.9%
Brasil	95	2.8%
Australia	80	2.4%
Otros	325	9.8%
Total	3.325	100%

A través de un análisis se puede deducir con la siguiente *figura 5* la cantidad de documentos publicados por países evidenciando la concentración del conocimiento en pocas regiones. Esta centralización refleja el papel que juegan las capacidades científicas y los marcos regulatorios en la promoción de investigación sobre eficiencia energética. China e India con un índice superior a 400 documentos, Estados Unidos con 250 documentos, Italia con 200 documentos y por último los países que se encuentran debajo del índice de 200 documentos publicados que son: Reino Unido, España, Irán, Arabia Saudí, Alemania, Canadá.

Figura 5. *Mapa Bibliométrico de citación por países.*

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

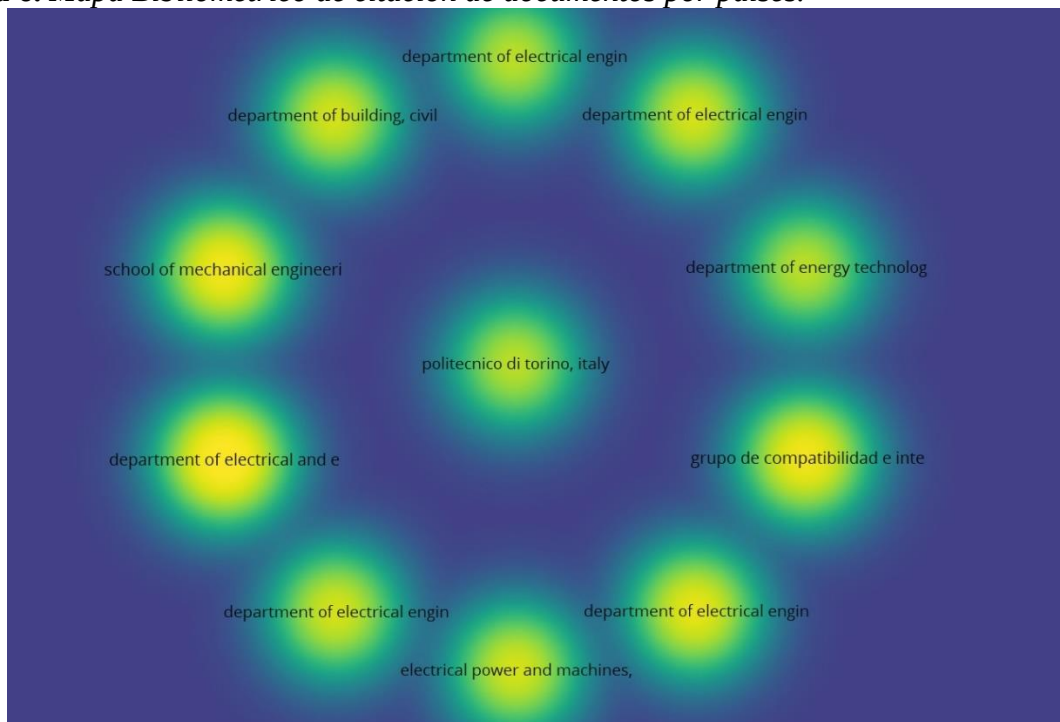


- **Análisis de colaboración Institucional**

A través del siguiente mapa bibliométrico (*figura 6*) permite identificar los centros académicos con mayor grado de vinculación en redes científicas internacionales. Universidades como la Chinese Academy of Sciences, Tsinghua University (China), University of Regina

(Canadá) y la Technical University of Munich (Alemania) aparecen como nodos centrales de producción y conexión.

Figura 6. Mapa Bibliométrico de citación de documentos por países.



Estas redes colaborativas reflejan una dinámica creciente de cooperación internacional, donde Asia, Europa y América del Norte consolidan flujos de conocimiento técnico y normativo. Esta interconectividad resulta clave para la transferencia de buenas prácticas, la estandarización de metodologías y el impulso de soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos energéticos y climáticos. Las redes colaborativas permiten la construcción de marcos comparativos que integran experiencias exitosas en eficiencia energética, modelación de sistemas energéticos, automatización de procesos y desarrollo de políticas públicas sectoriales.

Desde una mirada de ingeniería industrial, la densidad y calidad de estas redes colaborativas determinan la eficacia de los procesos de adopción de tecnologías, generación de conocimiento aplicado y consolidación de estándares como la ISO 50001 en los sistemas productivos globales.

Discusión

Los resultados evidencian un crecimiento constante en la producción científica sobre ISO 50001 y sostenibilidad energética, concentrado principalmente en Asia y Europa. Sin embargo, América Latina presenta una baja representación, lo que limita la visibilidad de experiencias regionales. Estudios como los de Di Fabio [7] y Schulte et al. [8] coinciden en destacar la necesidad de integrar enfoques psicosociales y sistémicos para lograr un trabajo decente y sostenible. Este análisis bibliométrico permite visualizar oportunidades de colaboración científica más equitativa, incluyendo contextos locales.

A pesar de la constante evolución del tema sobre las tendencias bibliométricas sobre la norma ISO 50001 y su contribución con el objetivo de desarrollo sostenible 13. La baja participación de países latinoamericanos y africanos evidencia una brecha en la información de conocimiento de la norma. Esta brecha puede explicarse por la falta de interés en adoptar nuevas tecnologías o herramientas científicas a parte de la escasa integración entre la academia, la industria y los entes gubernamentales.

Desde la teoría de cambio climático, se comprende que cada cambio técnico debe ir acompañado de marcos normativos, equilibrio ambiental, compromiso ético. Toda estrategia de eficiencia energética debe considerar su impacto en comunidades vulnerables, sectores informales y de regiones que enfrentan precariedad institucional. Teniendo en cuenta que la gobernanza energética aporta una lectura estructural del sistema energético, entendiendo que las decisiones sobre producción, distribución y consumo de energía son el resultado de interacciones entre múltiples actores: gobiernos, empresas, sociedad civil, academia. Este enfoque favorece la transparencia en la formulación de políticas públicas y en la articulación de intereses entre niveles territoriales [9]

En la literatura científica sobre la ISO 50001 y su rol en la acción climática, destacan países como China, India y Estados Unidos lideran la producción científica y esta refleja no solo su nivel de desarrollo tecnológico, sino también una mayor capacidad de inversión en investigación energética y políticas ambientales ambiciosas. Esto confirma que la implementación de sistemas de gestión energética se encuentra más desarrollada en contextos donde existe un marco normativo robusto y recursos institucionales suficientes.

Es por tanto necesario fortalecer capacidades regionales para fomentar una producción científica más equitativa y contextualizada. Por otro lado, la alta concentración temática en conceptos como “eficiencia energética”, “optimización” y “desarrollo sostenible” indica que la norma ISO 50001 está siendo abordada principalmente desde una perspectiva técnica. Sin embargo, el análisis de coocurrencia también muestra un crecimiento de enfoques metodológicos avanzados —como la toma de decisiones multicriterio y la modelación—, lo que sugiere un avance hacia investigaciones más complejas y multidisciplinarias [10]

En suma, la información bibliométrica aquí presentada aporta una visión crítica y estratégica sobre el papel de la norma ISO 50001 en la transición energética global. Su adopción y estudio científico se perfilan como mecanismos clave para alcanzar los objetivos climáticos del ODS 13, pero aún existen desafíos importantes en términos de equidad en la producción y acceso al conocimiento.

Conclusiones

Este estudio bibliométrico permitió identificar las principales tendencias y actores en la producción científica sobre la norma ISO 50001 y su contribución al ODS 13. A pesar del creciente cuerpo de literatura, persisten desigualdades regionales que deben ser abordadas mediante políticas públicas, alianzas académicas y estrategias de divulgación científica. La ISO 50001 representa una herramienta clave para enfrentar el cambio climático desde la gestión energética, pero su impacto será más amplio si se contextualiza y adopta en diversos territorios. Se recomienda fortalecer redes

de investigación en países en desarrollo para avanzar hacia una transición energética global más justa.

Se identificaron autores altamente productivos, instituciones académicas líderes y países con una sólida tradición investigativa en gestión energética. El análisis de coautoría reveló redes de colaboración transnacionales, especialmente concentradas en Asia, Europa y América del Norte, lo cual demuestra la existencia de comunidades científicas consolidadas trabajando en soluciones energéticas sostenibles. Sin embargo, también se evidenció una baja participación de países de América Latina y África, lo que subraya la necesidad de promover la generación de conocimiento en estos contextos mediante mayor inversión en ciencia, cooperación internacional y políticas públicas inclusivas.

La norma ISO 50001 ha demostrado ser más que un instrumento técnico: se ha convertido en un eje articulador entre el sector empresarial, la formulación de políticas y el ámbito académico. Su capacidad para integrarse con otros sistemas de gestión, su enfoque en la mejora continua y su aplicación transversal en múltiples sectores económicos hacen de esta norma una herramienta estratégica frente a los desafíos del cambio climático y la transición energética global [11]

Asimismo, el análisis de palabras clave permitió delimitar explústeres temáticos que reflejan una maduración del campo: desde aspectos técnicos e industriales hasta enfoques metodológicos avanzados y discusiones políticas. Esto resalta la riqueza multidisciplinaria del tema y la oportunidad de seguir desarrollando investigaciones que integren modelos predictivos, inteligencia artificial y toma de decisiones multicriterio [12]

Desde una perspectiva metodológica, el uso del análisis bibliométrico a través de Scopus y VOSviewer demostró ser efectivo para mapear tendencias, autores influyentes, documentos clave y patrones de colaboración científica. Esta herramienta no solo visibiliza el volumen y crecimiento de la producción académica, sino que también permite identificar vacíos, emergentes temáticos y nuevas oportunidades de investigación.

En conclusión, este trabajo contribuye a la comprensión del papel de la norma ISO 50001 en la agenda global de sostenibilidad, especialmente frente al ODS 13. Se recomienda fortalecer la vinculación entre academia, industria y Estado para fomentar proyectos conjuntos, estimular la adopción de sistemas de gestión energética y garantizar una implementación más equitativa y efectiva a nivel global. De igual manera, se sugiere realizar estudios complementarios que profundicen en la calidad del impacto de la ISO 50001 en distintas regiones, así como en las barreras que limitan su adopción en contextos en desarrollo.

Referencias

- [1] Cai, Y. P., Huang, G. H., Yeh, S. C., Liu, L., & Li, G. C. (2012). A modeling approach for investigating climate change impacts on renewable energy utilization. *International Journal of Energy Research*, 36(6), 764–777.
- [2] Poveda-Orjuela, P., García, C., Pulido Rojano, A., & Cañón Zabala, G. (2019). Evaluación de la investigación en sostenibilidad energética y gestión ambiental mediante análisis bibliométrico. *Energies*, 12(24), 4700. <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/24/4700>

- [3] Pushpo, F. H., & Md Kutub, U. (2024). A bibliometric study on sustainable energy practices in industry. *International Journal of Research in Industrial Engineering*. https://www.riejournal.com/article_202019.html
- [4] Khaleel, M., Yusupov, Z., Ahmed, A., Alsharif, A., Nassar, Y., & El-Khozondar, H. (2023). [Artículo sobre eficiencia energética]. *Springer Nature*. <https://link.springer.com/article/10.3103/S0003701X23600704>
- [5] Huang, G. H. (2023). Múltiples modelos indeterminísticos del nexo energía-agua-carbono. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/profile/G-H-Huang>
- [6] Gronfula, M., & Sayed, K. (2025). AI-driven predictive control for dynamic energy management systems in industrial facilities. *Energies*, 18(7), Article 1781. <https://doi.org/10.3390/en18071781>
- [7] Di Fabio, A. (2021). The psychology of sustainability and sustainable development for well-being in organizations. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.635548>
- [8] Schulte, U. G., Hallstedt, S. I., & Isaksson, O. (2024). Integrating sustainability and systems thinking into engineering education for Industry 5.0. *Journal of Cleaner Production*, 433, 138765. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138765> [9] Lin, Q. G., Zhai, M. Y., Huang, G. H., Wang, X. Z., Zhong, L. F., & Pi, J. W. (2017). Adaptation planning of community energy systems to climatic change over Canada. *Journal of Cleaner Production*, 143, 686–698.
- [10] Iqbal, N., He, G., Wang, H., Lin, Z., Zheng, Z., & Yang, X. (2025). Holistic energy management strategy for hybrid renewable systems. *Energy*, 326, Article 136313. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.136313>
- [11] Marlin, P., Sik, S., Aris, Y., Ayundyahrini, M., Supriatna, N., & Hesty, N. (2024). [Artículo sobre gestión energética]. *Emerald Insight*. <https://doi.org/10.1108/ijesm-08-2023-0001>
- [12] Sayeb Nabil, A., Himeur, Y., Varlamis, I., & Bensaali, F. (2025). Continual learning for energy management systems: A review of methods and applications, and a case study. *Applied Energy*, 347, Article 120188. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.120188>